

氏 名	板 本 直 樹
生 年 月 日	
本 籍	富山県
学 位 の 種 類	博士 (工学)
学 位 記 番 号	博乙第226号
学位授与の日付	平成13年3月22日
学位授与の要件	論文博士 (学位規則第4条第2項)
学位授与の題目	冬季雷に対する送電用避雷装置の耐雷性能および合理的な適用方法に関する研究
論文審査委員(主査)	作田忠裕 (工学部・教授)
論文審査委員(副査)	高嶋武 (工学部・教授) 山田外史 (工学部・教授) 岩原正吉 (工学部・教授) 藤田政之 (工学部・教授)

学 位 論 文 要 旨

Abstract

The authors investigated the applicability of transmission line arresters against winter lightning based on EMTP analysis, taking account of measured lightning current waveforms in winter. The absorbed energy by the arrester is far less than its rating.

The authors developed a new transmission line arrester of reduced rating from the view point of cost reduction, and tested the arresters on the test transmission tower during the winter season from 1997 to 1998. The arresters showed no damages in appearance and in characteristics by the inspection after field test.

The new arrester for 154kV line will perform well against a lightning current (150kA 2/400 μ s) when the tower footing resistance is 30 Ω or less with a ground wire. Further it will be able to reduce by half its withstand capability when the tower footing resistance is 20 Ω with two ground wires.

The authors have analyzed the observation results of the lightning channels statistically and make clear that the lightning flash frequency is influenced by the tower height, the curvature and the grade of the position located the transmission tower. It is possible to design lightning protection of transmission line effectively taking account of the topographical characteristics.

要 旨

本論文は、当社がこれまでに取組んできた北陸地域における冬季雷の研究成果に基づいて、冬季雷に対する現状の送電用避雷装置のエネルギー耐量、その裕度を考慮した軽責務型送電用避雷装置の開発とフィールド試験による耐雷性能の検証、さらに送電線雷撃頻度の地形特性を考慮した送電用避雷装置の効果的な設置方法に関する研究結果について報告している。

最初に、冬季雷に対する送電用避雷装置の耐雷性能を検討するため、これまでに観測した北陸の冬季雷性状、雷撃電流波形などについて分析を行った。

・観測された冬季雷電流波形 15 件のうち、正極性と負極性の比率はほぼ半々で、正極性は数 ms 以上の持続性雷撃電流が多く、負極性はパルス状の雷撃電流が多い。この結果は、これまでに報告されている福井県三国における冬季雷の観測結果と一致する。

・電流波高値の最大は 159kA であり、その累積頻度分布 (50%値 46kA) は Berger がスイスのサンサルバドル山頂で観測した結果 (50%値 35kA) や耐雷設計ガイドブック推奨曲線 (50%値 26kA) と比較して高く、耐雷設計の上で厳しい分布となっている (図 1)。

・電荷量の最大は 690 クーロンであり、その累積頻度分布 (50%値 77.9 クーロン) は Berger の観測結果 (50%値 80 クーロン) とほぼ一致している (図 2)。

最後に、送電線雷撃頻度の地形特性を考慮した効果的な送電用避雷装置の設置方法について検討を行った。まず、雷カメラによる雷放電路の観測結果に基づき、送電線雷撃頻度と地形特性の相関関係を明らかにし、地形の凹凸を表す「8 方位合成曲率」、「曲率 (南東－北西)」、「鉄塔高」などの地形因子を用いて落雷回数推定式 (重相関係数 0.91) を得ることができた (図 5)。次に、落雷頻度の高い送電線区間に送電用避雷装置を取付けた場合の送電線事故率を算出し、事故率低減効果を定量的に表した。これにより、送電設備工事費の大幅なコストダウンにつながるものと考ええる。

以上、冬季雷観測データと EMT P による雷サージシミュレーションに基づいた送電用避雷装置のエネルギー耐量の軽減と、地形特性を考慮した合理的な送電用避雷装置の設置方法についての検討結果を報告した。本報告書の検討結果が、供給信頼度の向上と電力設備のコストダウンに反映されることを期待する。

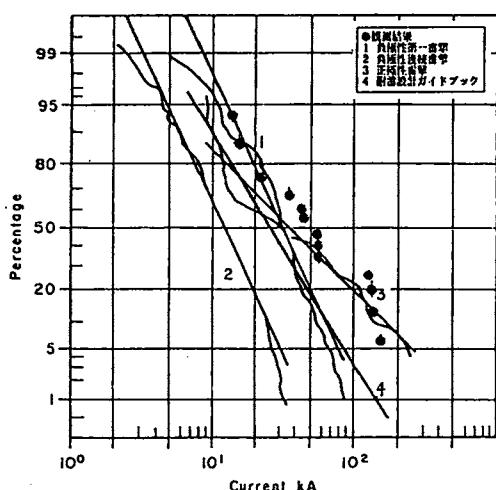


図 1 雷撃電流波高値の累積頻度分布

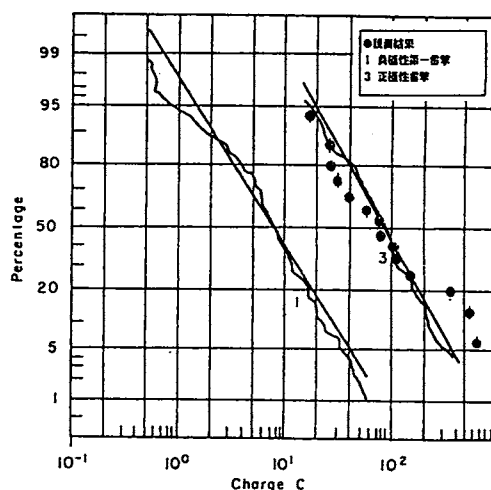


図 2 電荷量の累積頻度分布

表 1 処理エネルギー比較

	放電電流[kA]		処理エネルギー[kJ]	
	観測値	計算値	観測値	計算値
上 相	+3.0	+2.8	4.3	2.4
中 相	+2.5	+2.1	2.0	2.0
下 相	+1.7	+1.7	1.4	1.8

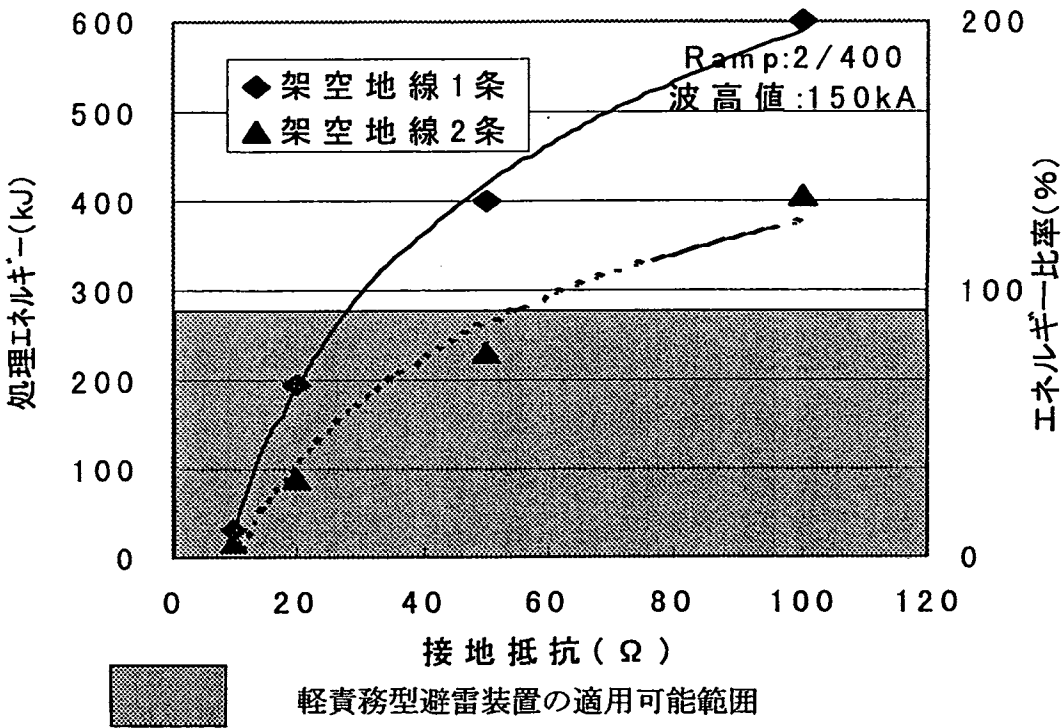


図 4 軽責務型送電用避雷装置の適用範囲

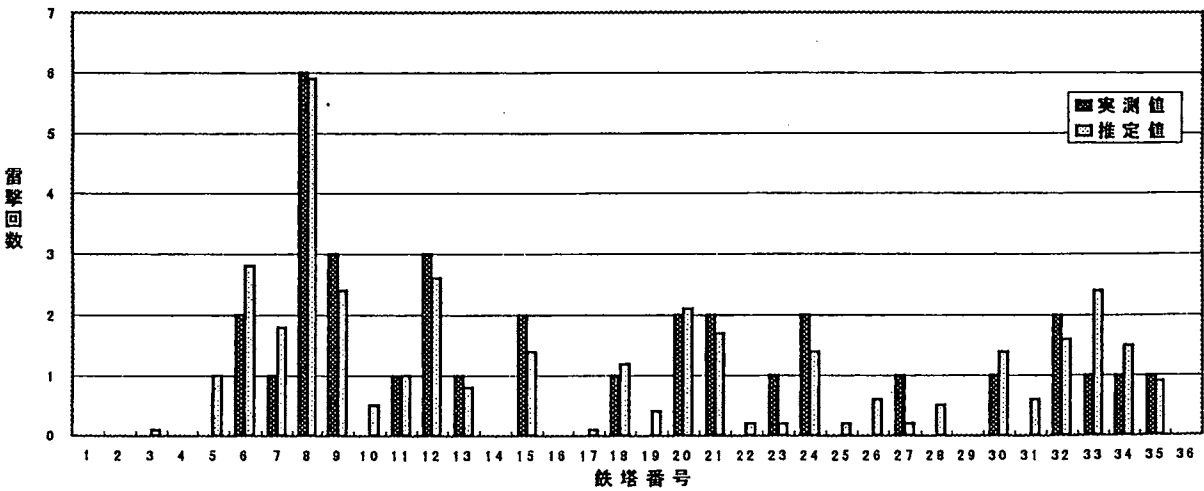


図 5 雷撃回数の実測値と推定値

学位論文審査結果の要旨

各審査委員による提出学位論文内容、参考論文の個別検討、同氏の平成元年から今日に至る研究経歴の確認、平成13年2月2日の口頭発表会ならびに同年2月5日に開かれた第2回審査委員会を経て、以下の判定に至った。

本学位論文は、わが国の重要な電源地帯となりつつある日本海沿岸の電力システムの高信頼度運転に関わる冬季雷撃について、その性状を長期にわたる実地観測に基づき総合的に把握するとともに、送電用避雷装置の合理的、経済的適用範囲を明らかにしたものである。本論文で得られた主要な成果は以下のとおりである。

- 1) 従来までの耐雷性能の基準であった夏季雷に対して、日本海沿岸冬季雷の性状(継続時間、電流波高値、エネルギー)を長期の実地観測により明らかにし、現状で適用されている送電用避雷装置のエネルギー耐量に十分な裕度があることを明らかにした。
- 2) これに基づき、コストダウンを目指した軽責務型避雷装置の開発に成功している。さらにこれを試験送電線でのフィールド試験とEMTP(電磁過渡解析プログラム)による解析をとうして、継続時間が長く、エネルギー耐量の大きい冬季雷に対しても十分な耐雷性能を有していることを検証した。
- 3) 管内実機送電線への雷撃頻度の豊富な計測データに基づいて、送電線の位置する地形の因子と雷撃頻度との相関関係解明に、従来気象予測に用いられていた統計手法を初めて適用した。土地の傾斜、凹凸、鉄塔高さ等が雷撃に強い相関があることを明らかにし、地形特性を考慮した合理的、効率的な送電線避雷装置の設置の方法を見出した。

これらの成果は、総じて、日本海沿岸の電力システムの雷撃に対する高い絶縁信頼性と経済性の向上に寄与するものであって、本論文は博士学位論文に値するものと判定した。